土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

“BIM + ”模式融合建筑业“智造”研究

张大镇[1] 季锦章[1] 黄晓冬[2]

(1. 中设设计集团股份有限公司,南京 210014;
2. 福建省建筑设计研究院有限公司,福州 350001)

【摘 要】基于 BIM 基础数据库,结合 GIS 技术、3D 打印技术、三维扫描技术、VR/AR 技术、RFID 技术等研究三维信息模型的扩展应用,对新常态下建筑业的转型升级十分关键。通过探讨“BIM + ”模式应用,研究基于 BIM 的工程数据实时采集系统、基于 BIM 的虚拟和现实交互校验系统、基于 BIM 的虚体与实体校核验证系统。三大系统的结合应用,为我国建设行业“智造”及智慧城市建设奠定坚实的数据基础。

【关键词】BIM + 模式; 实时采集; 虚实交互验证; 实体与虚体校核验证
【中图分类号】TU17;TP391.98;TP391.99 【文献标识码】A 【文章编号】1674 - 7461(2017)04 - 0007 - 05
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11 - 5823/tu.2017.04.02

1 引言

大数据时代开启了建筑业的重大时代变革,借助信息化、数字化与 BIM 技术支撑建筑业转型变为必然。建筑业工程数据可分为内部采集创建数据和外部导入数据,内部数据即虚拟信息,包括设计单位创建、施工企业深化、运维企业添加等产生的虚拟数据,其主要集成在 BIM 模型数据库中; 外部数据即实体信息,包括建筑实体构件、项目周边环境信息、项目地块信息等,主要来源于无人机航拍数据、三维扫描数据、GIS 数据等。图 1 为“BIM + ”模式的协同工作数据流程图。

“BIM + ”模式的建筑业“智造”时代,主要是建立精准的数据库,保障精确数据的有效实施,其特点是确保建筑项目设计数据“准”、表达内容“精”。“BIM + ”模式的顺利实施,借助于三大“BIM + ”系统,分别为基于 BIM 的工程数据实时采集系统、基于 BIM 的虚拟和现实交互校验系统、基于 BIM 的虚体与实体校核验证系统。

2 基于 BIM 的工程数据实时采集系统

本系统主要解决设计数据与现状信息、规定指标校验及设计表达深度问题,以 BIM 设计软件为核心,实现 GIS 平台、BIM 平台数据的流转应用,使用者为设计单位、施工企业、运维企业。

系统用于建设项目全生命周期。利用无人机航拍技术、三维扫描技术、GIS 城市地理信息系统获取项目周边环境信息、整合项目地块信息,将项目工程外部数据数字化,形成工程外部数据库。设计单位依据外部数据源,结合相关规定指标,进行设计创作,建立项目工程内部数据,搭建相应 BIM 模型数据库。

2.1 外部数据采集

(1)无人机航拍技术

采用无人机航测技术对目标地块实施测绘,获得高精度地形数据。在航测数据基础上,利用 BIM 设计软件对目标地块进行详细地形建模、水文分析等,为项目提供现场第一手数据支撑。

【基金项目】 江苏省 2017 年度省级交通运输科技与成果转化专项“交通基础设施行业 BIM 应用标准及推广政策研究”(项目编号:2017T23);福建省科技重大专项“建设行业信息一体化软件核心技术研发及应用”(项目编号:2013HZ0004 - 3)
【作者简介】 张大镇(1984 -),男,硕士,工程师,助理主任。主要研究方向:暖通设计、BIM 技术应用研究及推广。

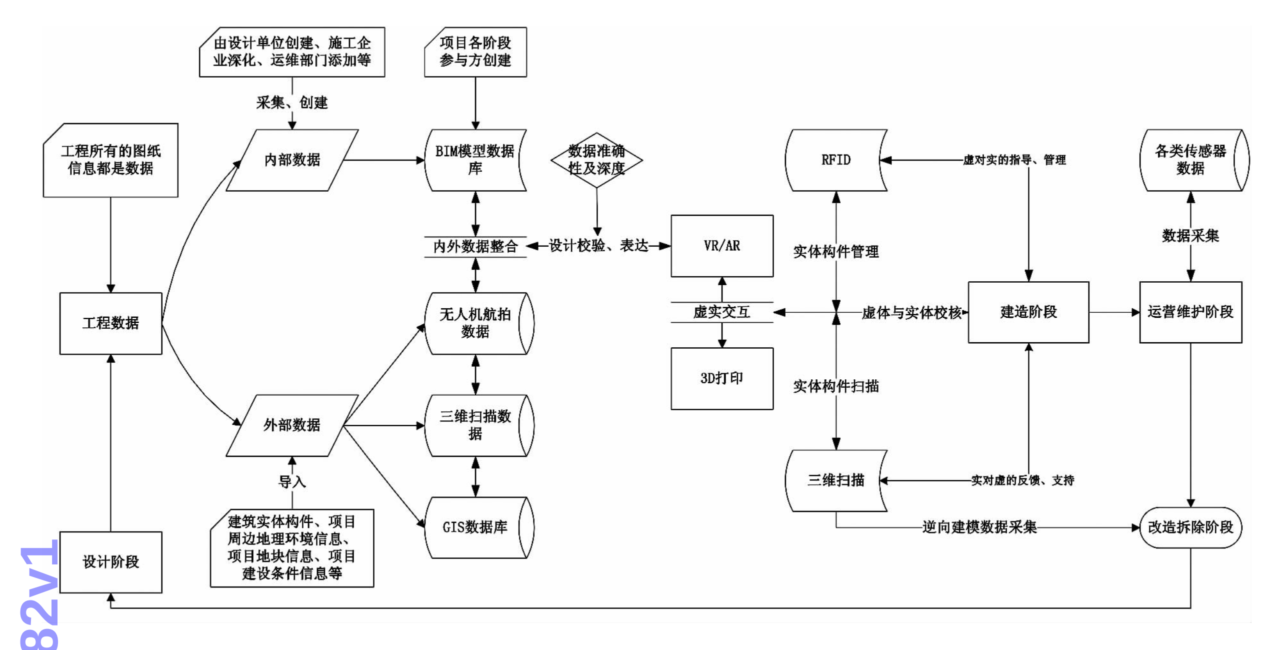


图 1 "BIM +"模式的协同工作数据流程

(2)三维扫描技术、三维扫描 + 无人机航拍

利用大空间 3D 扫描技术对于改造、修复项目进行项目现状多站点采集带有彩色图像的点云三维数据,或采用无人机加载三维扫描仪器对项目地块进行全景扫描。在 BIM 软件平台上,将点云数据与设计模型进行拟合或基于现状点云逆向搭建 BIM 模型,并进行深化设计和设计校验。

(3)GIS 城市地理信息系统

利用 GIS 平台获取备选区域的人文、环境、交通等信息并综合分析目标区域的朝向、交通、高程、坡度等因素,通过对比分析,确定最终项目选址目标地块。

工程外部数据是项目场地选址比选、概念(方案)模型构建比选、项目技术经济指标比选、项目可研立项、建筑性能模拟分析、设计方案比选的基础数据依据。通过外部数据采集,可精准获取第一手现场数据,比传统购买的地形图数据更加可靠,对拆迁量的把控和周边环境的分析更加精确,有利于投资方做出准确的决策。

2.2 内部数据创建

依托工程外部数据采集信息,搭建满足各阶段深度要求的 BIM 模型,利用 BIM 模型数据优化、深化设计方案,提高设计质量。内部数据的创建流程如图 2 所示。内部数据的创建涉及设计单位的方案、初设、施工图设计三个阶段,不同专业基于不同深度的 BIM 模型完成设计建模、提资配合、建筑性能分析、管线综合优化等应用[1]。设计过程的更改和优化均可实时与依据外部数据确定的设计条件进行对比复核,最终形成高质量的设计 BIM 模型,并交付给下游单位;由施工单位进一步深化设计 BIM 模型,添加施工过程信息、提取施工所需信息,形成可用于施工指导的施工 BIM 模型,并依据施工过程变更进行模型更新,最终形成竣工 BIM 模型,交付给业主或运维单位进行运维阶段的应用。

通过内外部工程数据的整合,对项目数据准确性及深度进行设计校验和表达优化,基于 BIM 的工程数据实时采集系统的最终目标是提升设计质量、提供最优设计数据,按时保质的完成工程建设。

3 基于 BIM 的虚拟和现实交互校验系统

本系统主要解决设计阶段成果向建设项目相关参与方"虚实"交付、校验问题,使用者为建设项目各参与方。

系统用于设计各节点成果交付阶段,基于 BIM 模型数据,提供 AR(增强现实)模式的图纸交付校验形式、VR(虚拟现实)模式的虚拟场景交付校验形式、3D 打印模式的实体模型交付校验形式等三大类型,为项目各参与方沟通、交流、磋商、定案提供多种三维可视化形式,减少因图纸表达不到位、专业知识欠缺等因素影响沟通的情况,提高沟通效率,降低沟通成本。

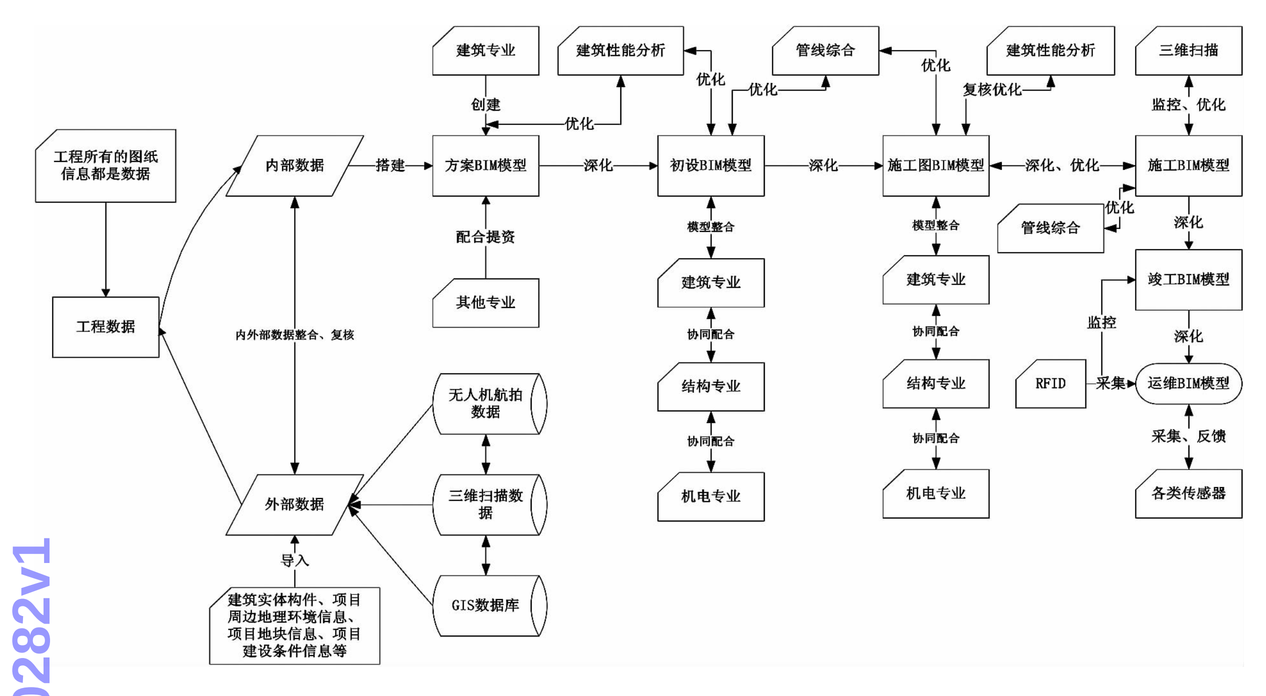


图 2　内部数据的创建流程

3.1　AR 模式的图纸交付校验形式

AR(Augmented Reality)即增强现实,将虚拟信息与实体信息进行无缝集成,使得"虚实"信息之间相互补充、相互交互、相互叠加,两者信息在同一画面或空间同时存在。

传统形式的成果交付是按照合同约定的时间节点,召开项目成果交付(方案评审、图纸评审、技术交底等)会议,其展示设计成果方法主要是通过设计师针对方案本、图纸、图片、动画视频等文件进行讲解汇报。这种形式就存在表达不到位、理解不全面、效果与实际之间存在差距等问题。传统的多专业图纸校验,是通过图纸叠加,校验人员凭经验进行图纸校验,容易存在人为的漏项、判断错误等问题。

AR 模式的图纸交付校验形式是将 BIM 模型信息叠加到工程图纸信息上,通过多媒体、场景融合、多传感融合等技术手段,实现"虚实"信息集成,具有实时交互性,其三维可视化的图纸交付形式能有效避免非本专业人员理解不到位的问题。软件自动校验图纸的表达内容是否存在违反标准、规范以及设计漏项,多专业间通过模型整合进行软件自动校验是否存在碰撞问题,提高校验的准确性和完整性。

3.2　VR 模式的虚拟场景交付校验形式

VR(Virtual reality)即虚拟现实,具有构想性(Imagination)、沉浸感(Immersion)、实时交互性(Interactivity)三大重要特征,是一种基于立体显示和传感器技术、动态环境建模技术、实时三维图形生成技术等多项核心技术,围绕虚拟环境表示的准确性、虚拟环境感知信息合成的真实性、人与虚拟环境交互的自然性、实时显示、图像生成等特性使得用户能够身临其境地感知虚拟环境,达到探索、认识客观事物的目的[2]。

与传统形式对比,VR 模式的虚拟场景交付校验形式是以 BIM 模型数据为基础,将其导入支持 VR 技术的设计软件中(如:Lumion、Smart +、Fuzor 等设计软件)。通过相应软件平台与 VR 设备连接,建立虚拟交付场景,模拟建筑内外部空间的真实场景、制作漫游动画以及效果图。建设项目各参与方可身临其境的感知未来建筑的每一个构件信息及实际状态,并根据自身感受提供优化、改进方案,有利于决策层做出合理决策。

3.3　3D 打印模式的实体模型交付校验形式

因 3D 打印技术现状问题,如打印设备成本高、打印耗时长、打印耗材贵、打印精度受限等,3D 打印模式的实体模型交付校验形式不作为"BIM +"模式下的主体交付形式,但可作为 AR 模式和 VR 模式的补充形式。

虽然 3D 打印技术存在一些瓶颈问题,但与手动切割模型方式对比,3D 打印技术还是有准确率

高、精度高等优势。3D 打印模式的实体模型是依据 BIM 模型数据，按比例缩放，通过 3D 打印机打印实体模型，或按 1∶1 比例，打印满足规范要求、可供实际使用的实体建筑。根据实际交付需求可选择采用粉末状金属材料的全彩 3D 打印实体模型或采用 PLA 粘合材料的单色 3D 打印实体模型。3D 打印模式的实体模型交付校验形式主要用于建筑外部方案对比校验展示、内部关键节点关系对比校验展示等方向。

4　基于 BIM 的虚体与实体校核验证系统

本系统主要解决建造数据与设计数据校核验证问题、满足运营维护的信息需求以及为改造和拆除提供外部工程数据，使用者为建设项目各参与方。系统用于施工建造阶段、运营维护阶段、改造拆除阶段。基于高质量的设计阶段 BIM 模型，增添、整合施工企业的深化数据形成可用于施工指导的 BIM 模型；进一步删除施工过程信息、添加运维管理信息形成满足运营维护需求的 BIM 模型；为工程改造和拆除提供准确率高的基础数据。本系统主要依赖于 RFID（无线射频）技术和三维扫描技术。

4.1　基于 RFID 技术实现建设项目“虚对实”的指导和管理

由 BIM 模型中提取建筑构件数据作为基础数据源，并以 BIM 模型构件的 ID 号作为 RFID 标签（或二维码）的唯一标识符，来建立虚拟构件与实体构件之间数据关联。以建筑构件作为基本单元，每个单元都是构件的信息集合，包括构件的几何尺寸信息、非几何尺寸信息、定位信息、与其他构件关联信息等，原始数据通过建立统一的管理平台进行数据集中存储、处理与管理，使各方的人员对数据的提取与提交都通过统一平台进行，以保证数据的实时性和一致性。

通过 PC 端、手持读写器端、便携式移动设备端（手机和 IPAD）、WEB 端的软件开发，实现虚拟构件与实体构件的信息相互对应。BIM 信息是虚拟的信息，RFID 信息是实时的真实信息。两者结合，BIM 先虚拟、优化；RFID 来信息采集，映射到 BIM，可以实现信息的比对和验证，实现质量和风险的防控。

基于 BIM 模型的运营维护阶段可依据各类传感器实时采集、反馈的数据，结合 RFID，精准定位故障或检修设备、管道、构件具体位置，并连接到 BIM 模型，查看相应设备、管道、构件的具体信息，便于维护管理。

4.2　基于三维扫描技术实现建设项目“实对虚”的反馈和支持

对于建筑物施工交付阶段成果进行三维扫描并逆向建模，将扫描获取的工程点云数据与设计模型作比对，分析施工与设计存在的误差，实现对建筑质量的严密控制，其为“实对虚”的反馈和支持。

三维扫描的点云数据能够精确地反应施工细节和现场情况，通过现场点云数据与设计模型比对，提前发现施工不合理位置，预先解决施工问题。由于土建施工的误差会影响后期机电管线的安装，采用三维激光扫描，可对已建成的土建进行实时测量，并与设计 BIM 模型数据对比，优化机电管线综合排布方案，进行虚拟装配，从根本上解决土建施工与机电管线冲突问题。

三维扫描技术贯穿于设计、施工、拆除和改造的全过程，除提供实际点云数据外，还配合制定合理的施工方案、临时施工支撑设计、施工安全性分析、施工风险防控、结构变形分析与控制、结构安装仿真等工作，为各部门施工协同提供技术支持与保障。

5　小结

基于“BIM + ”模式融合建筑业“智造”研究改变了设计、施工、运维模式，提升设计质量，实现信息共享，提升生产效率，创新管理手段，促进节约环保；BIM 设计方式的三维化、过程的协同化、验证的智能化使传统二维设计时代难以克服的一些顽疾得以解决，可视化手段方便了多方交流，为城市建设提供基础数据。“BIM + ”模式推动了工程设计精细化、创新性发展，促使建筑业从传统制造向城市智造发展。

BIM 全过程信息手段的利用，特别是 BIM 模型信息的关联、一致性和完备特性，为解决工程领域广泛存在的信息分散、工作重复、管理粗放问题，提供了理论和基本技术支撑[3]。从前期设计阶段一直到后期运营维护阶段，工程全生命周期信息的传递和流转是 BIM 的最大价值所在。

参考文献

[1] 张大镇，绕红旗，张月燕，等. 三维数字化技术在建筑

设计全过程质量管控中的应用[J]. 福建建设科技, 2012(3): 48-50.
[2] 互动百科. 虚拟现实. http://www. baike. com/wiki/.
[3] 张大镇. BIM 技术在暖通空调设计应用中的现状分析[J]. 发电与空调, 2016, 37(2): 62-65.

Study on 'BIM +' Mode Integrating 'Smart Building' in Construction Industry

Zhang Dazhen[1], Ji Jinzhang[1], Huang Xiaodong[2]

(1. *China Design Group Co., Ltd., Nanjing* 210014, *China*;
2. *Fujian Provincial Institute of ArchitecturalDesign and Research Co., Ltd., Fuzhou* 350001, *China*)

Abstract: It is crucial for the transformation and upgrading in construction industry under the New Normal, to study the extended application of 3D information model based on the BIM database with GIS, 3D printing, 3D scanning, VR/AR, RFID and othertechnologies. The BIM-based real-time acquisition system of engineering data, the BIM-based virtual and real interactive verification system, and the BIM-based virtual entity and entity verification systemare studied through discussing the "BIM +" model application. Application of the three systemsabove will establish a solid data base for the "Smart Building" inconstruction industryand the smart city construction in China.

Key Words: 'BIM +' Mode; Real-Time Acquisition; Virtual and Real Interactive Verification; Virtual Entity and Entity Verification